

CARRETERA GENERAL DE MADRID A VALEN-

CIA POR LAS CABRILLAS.

ARTICULO III Y ULTIMO.

En nuestro anterior artículo prometimos hablar en este del paso del Júcar, y habremos por lo tanto de ocuparnos de él al empezar la tarea que hoy nos imponemos.

Aquellos de nuestros lectores que no conozcan la carretera cuyas obras nos ocupan, esperarán quizá del paso del Júcar otro nuevo Cabriel; creerán que el río, en el punto en que nuestra línea lo atraviesa, va tan encauzado como en la hoz de Cuenca, por ejemplo, y da por consiguiente lugar á un trazado difícil y no solo á una obra de fábrica de importancia; pero no sucede esto ciertamente: el puente del Júcar está situado hacia la mitad de una alineación recta de 5 kilómetros (cerca de una legua) de longitud. El paso del Júcar se diferencia, pues, esencialmente de el del Cabriel. Luego haremos ver también que los puentes de ambos ríos se parecen solo en la identidad del objeto que llenan.

Los pueblos de Valverde y Olivares, puntos de sujeción para el trazado de la carretera, están respectivamente situados sobre las divisorias secundarias de la vega de Montecillas y el Júcar, y de este mismo río y la cañada de Cervera. Viniendo, pues, desde Montecillas, punto fijo también para el paso de nuestra línea, hay que salvar, si ha de subirse á Valverde, la primera divisoria que hemos nombrado, descender luego á buscar el Júcar y volver á subir después para ganar á Olivares. El paso de estas divisorias, y con especialidad el de la última, presenta bastantes dificultades.

Situado, en efecto, Olivares en la cúspide de una estribación que solo se halla unida á la divisoria por la parte en que está edificado el pueblo, hay que marchar para subir á él por la superficie de una especie de cono de muy poco desarrollo y de tan estremada pendiente que apenas parece posible colocar en ella dos anchos de camino sin recurrir al menos á la construcción de grandes muros de sostenimiento y de fuertes desmontes. Ni uno ni otro ha sido necesario por fortuna, merced al detenido estudio que del terreno ha hecho el ingeniero Cardenal, quien reduciendo el ancho del camino á 52 pies, ha obtenido un trazado sumamente económico, en el que solo se encuentran muros de sostenimiento en un corto número de metros y aun en estos con muy poca altura, y en el que además son tan buenas las condiciones para el transporte, que cuantos coches frecuentan la línea, salvan el paso de que hablamos sin moderar en nada su ordinaria velocidad.

Aparte de esta subida, de la de Valverde y de la bajada de Villafranca, nada hay de notable en este trazado, que juzgamos por otra parte muy bueno, pero que nos creemos dispensados de describir á nuestros lectores en gracia de la brevedad, y á fin de poderlos detener algún tanto en lo que acerca del puente del Júcar vamos á decir.

Ha poco indicamos que esta obra se diferencia

esencialmente de la del Cabriel; y en efecto, mientras que en esta última ninguna dificultad han presentado sus fundaciones, han sido difíciles y costosas en extremo las del puente del Júcar, y mientras que en este sus principales dificultades han nacido de su poca altura, en el otro, las que ha habido, estaban solo originadas por la considerable elevación que alcanza. De aquí las formas completamente distintas en ambas obras y distinto también su método de ejecución.

El puente del Júcar con la bóveda y todos sus paramentos de sillería, tiene un solo claro formado por un arco escarzano de 22,^m29 (80 pies) de luz y 5,^m62 (15) de sagita: mantienen los considerables empujes de esta gran bóveda de piedra caliza, cuyo peso es de 647.004,6 kilogramos (14.040 quintales), dos robustos al par que elegantes estribos, compuestos de un cuerpo saliente rectangular que resalta 1,^m59 (5 pies) de el plano de las enjutas, y medio de la arista extrema del tambor que forma el tajamar de la semi-pila. Este tajamar tiene por base un cuadrante de círculo de 1,^m25 (4 $\frac{1}{2}$ pies) de radio, y el grueso del cuerpo rectangular que se eleva á plomo hasta la altura de la coronación de la obra es de 5, 57 (20 pies) de manera que resulta 6,^m84 (24 $\frac{1}{2}$) para el espesor del estribo. Aparte de los cimientos de que después nos ocuparemos detalladamente, descansan los machones del puente sobre un zócalo de 1,^m14 (4 pies) de altura con 0,^m139 (0,5 pies) de resalto en todo su contorno, y la altura de la obra sobre este zócalo es de 9,^m75 (35 pies). En los arranques del arco terminan las semi-pilas, coronadas con una pequeña imposta en toda su extensión y con imposta y sombrerete sobre los cuatro tajamares. Sobre el trasdós de la clave, la cual cuenta con 1,^m59 (5 pies) de altura, corre una linda y elegante imposta que corona toda la obra y recibe el pretil ó antepecho que tan dignamente termina el puente, cuyas formas acabamos de dar á conocer. La lámina que se acompaña y que completará esta breve descripción, dice además, mucho mejor que lo que nosotros pudiéramos hacerlo, cuanto tiene de notable el bien entendido aparejo de la obra: añadiremos, pues, que solo los paramentos interiores de los estribos están aparejados á soga y tizon, y las juntas de los sillares de sus diferentes hiladas se hallan en correspondencia exacta con las líneas de junta de la bóveda, aparejada del mismo modo. El interior de los machones es de mampostería de piedras gruesas perfectamente ripiadas y apisonadas.

Acabamos de decir que las fundaciones del puente del Júcar han sido bastante costosas, y creemos por lo tanto que podrá ser de algún interés el que de ellas nos ocupemos con algún detenimiento. Hechos los estudios necesarios para adoptar el sistema mas conveniente de cimientos, eligióse el de pilotaje, y en verdad que en ningún caso puede estar mas indicada esta clase de fundaciones que cuando el terreno firme está, como aquí sucede, á una profundidad de 11 á 14 metros (40 á 50 pies) bajo la superficie del suelo, y recubierto por otro de muy desigual resistencia. Si por fin esta gruesa

Madrid 1.º de octubre de 1853.

capa de terreno flojo hubiese sido por lo menos homogénea, se hubiera podido pensar, despues de quitarla en parte hasta llegar á la profundidad conveniente, en hacer uniformes los asientos del estribo que sobre el resto de ella iba á cargar, no volteando el arco hasta que estos asientos se hubiesen verificado del todo; mas no sucediendo esto, siendo por el contrario imposible obtener esa igualdad de asiento, claro es que no quedaba mas recurso que el de descubrir el terreno firme y sentar sobre él los cimientos, ó ir á buscar este terreno con los pilotes y hacer que ellos mantuvieran la obra.

A pesar de que en un principio se optó, como hemos indicado, por este último medio, se hizo tambien uso del primero que acaba de citarse, cuando la rectificacion indispensable de los primeros estudios que sobre la clase de terrenos se hicieran, vino á indicar que asi era mas conveniente. Nos esplicaremos.

Antes de proceder á un detenido exámen del terreno en el emplazamiento de la obra que nos ocupa, fue preciso construir un puente provisional no solo para el servicio de las obras mismas, sino tambien para la habilitacion del tránsito público. La construccion de este puente de tres claros y sostenido por palizadas, debia naturalmente servir como de una especie de estudio para el conocimiento de la resistencia que el terreno ofrecia, puesto que estaba situado á poco mas de 300 pies agua abajo del emplazamiento de la obra definitiva: pues bien, las deducciones que de esta construccion se hicieron, daban por resultado que el terreno iba aumentando en resistencia desde el estribo izquierdo hasta la segunda y última pila, para volver luego en el estribo derecho á ser aun mas flojo que al principio. Los pilotes de prueba que se clavaron despues en el emplazamiento del estribo izquierdo y cuantos reconocimientos se hicieron, dieron á conocer que, en efecto, el terreno firme estaba á la profundidad que antes hemos indicado. Con estos resultados no se juzgó ya necesario practicar ensayos muy detenidos en el emplazamiento del estribo derecho, asi es que sin escavacion ninguna se clavaron solo algunos pilotes de prueba, y viendo que se introducian con la misma ó mayor facilidad que en el izquierdo, proyectóse igual clase de fundaciones para ambos machones, adoptando el sistema de pilotaje y emparrillado. Despues veremos de qué manera y por qué causas hubo necesidad de variar este sistema en el estribo derecho y adoptar distinta clase de cimientos para cada uno de los apoyos del puente; pero ahora ocupémonos solo del estribo izquierdo.

En virtud del íntimo conocimiento que de la naturaleza del terreno se adquiriera, y habida cuenta tambien de las presiones que sobre los cimientos iban á ejercerse, se arregló el plano de las fundaciones tal como el adjunto dibujo manifiesta, fijando las dimensiones de los pilotes en 3,^m 56 (50 pies) de longitud mínima, y 0,^m 278 (1) cuadrado de seccion. El número de pilotes clavados en el emplazamiento del estribo izquierdo es de 280, situados uno de otro á 0,^m 355 (5 pies) de distancia de centro á centro en ambas direcciones, y provis-

tos cada uno de un azuche de hierro forjado de 9,21 á 11 kilógramos (20 á 25 libras) de peso, contruidos en las fraguas del presidio. Como estos pilotes están destinados, no á comprimir el terreno sino á sostener por si la obra, era preciso clavarlos de manera que nunca pudiera temerse que los esfuerzos que están destinados á sufrir pudieran ocasionar en ellos una nueva introduccion; asi es que se fijó en 4 lineas el efecto útil máximo admisible, producido por una andanada de diez golpes dados con un mazo de 488,4 kilógramos (10,^{qrs} 60) de peso, cayendo de 2,^m 78 (10 pies) de altura. De esta manera, y suponiendo uniformemente repartida la presion que sobre la plataforma de cimientos carga, tendrá que sufrir cada pilote un peso de 22.041,91 kilógramos (478,^{qrs} 51), ó sea solo 0,597 del que marca su resistencia al aplastamiento.

Como se ve en el plano que acabamos de citar, el emparrillado del puente es análogo al que monsieur Emmery empleó en el de Yvry. Tiene solo un marco compuesto de piezas de 8,^m 417 (18 pulgadas) de lado, apoyadas simplemente sobre tres de las filas extremas de pilotes; las dos laterales y la mas próxima al rio. Ensamblados en esta última á cola de milano con refuerzos, salen los traveseros de 0,^m 547 (15 pulgadas) de lado, que se apoyan sobre los pilotes de cada fila sin mas ensambladura que una caja en la que se introduce la espiga practicada en los respectivos pilotes de la linea mas distante del rio. No hay, pues, ninguna pieza de las que á sufrir carga se destinan que esté debilitada en lo mas mínimo, asi como tampoco una siquiera cuya existencia deje de estar motivada. Sobre estos traveseros va un entablonado compuesto de tablonnes de 0,^m 069 á 0,092 (3 á 4 pulgadas) de canto y 0,^m 585 (1 pie) de tabla que completa perfectamente la union de todo el sistema, y que aqui era por eso mismo indispensable, pues lo que principalmente se trataba de conseguir era el máximo de uniformidad en la reparticion de las presiones.

El plano superior del emparrillado que acabamos de describir debia quedarse al nivel del fondo del rio, y teniendo en este punto el Júcar de 2,^m 25 á 2,^m 78 (8 á 10 pies) de profundidad en sus mas bajas aguas, fue preciso al empezar á construir las fundaciones, estudiar si seria mas ó menos conveniente establecer desde luego la ataguia y hacer la escavacion toda para emprender el pilotaje á la altura á que las cabezas de los pilotes debian quedar, ó bien hacer el replanteo de este y empezar la clavazon próximamente al nivel de bajas aguas para poder trabajar cierto tiempo sin necesidad de agotamientos. Optóse por este último medio como mucho mas económico y espedito, pues si bien con él habia que hacer atravesar á los pilotes una capa de terreno de 5,^m 50 á 4 metros (12 á 14 pies de altura) que luego habia que quitar, era tan poca la resistencia que esta capa ofrecia, que ni en cuenta podia siquiera tomarse el trabajo que semejante operacion ocasionaba, en comparacion de las inmensas ventajas que se obtenian con el ahorro de los agotamientos durante la primera mitad de la clavazon del pilotaje. Esplanóse, pues,

el terreno y se hizo en él el replanteo del cimiento á una altura poco superior á la de aguas bajas, marcando perfectamente, por medio de estacas, el sitio correspondiente á cada pilote. Una vez hecho esto, fue preciso disponer una plataforma para la colocación de los martinetes, de manera que se hallasen estos elevados de 1, ^m67 á 2, ^m22 (6 á 8 pies) sobre el suelo que iba á recibir los pilotes: motivaba esta elevación la circunstancia de que, no contando por el momento en las obras sino con dos martinetes uno de mano y otro de torno, procedentes ambos del parque del ferro-carril de Aranjuez, y no teniendo estos de altura total mas que los 8, ^m56 (30 pies) fijados como mínimo para la de los pilotes, la distancia desde su base hasta la meseta de descanso del mazo constaba solo de 7, ^m25 (26 pies), y no era posible por lo tanto clavar con ellos pilotes de 8, ^m56. Formóse, pues, la plataforma que hemos mencionado y que se componia de piezas de madera que, colocadas en los intermedios que las estacas dejaban, recibían encima otras cruzadas con ellas á ángulo recto, y que ocupaban también los intervalos de las filas del segundo orden de estacas, yendo así alternando diferentes capas hasta ganar la altura apetecida: uniéronse luego fuertemente unas piezas con otras por medio de ligaduras en su cruzamiento, y armáronse encima los martinetes. Esta plataforma, construida así porque habia bastante madera acopiada ya en la localidad, ofrecia notables ventajas para la facilidad de la construcción. En efecto, la traslación de los martinetes de un punto á otro, operación sumamente pesada á veces, se hacia sobre ella con suma prontitud, no solo por el poco rozamiento que se ocasionaba, sino por los muchos y cómodos puntos de embarre que facilitaban la acción de las palancas; la clavazón de cada pilote podia además dirigirse perfectamente, porque encajonadas como se encontraban en los huecos respectivos que la plataforma les dejaba, era muy sencillo por medio de cuñas simplemente inclinarlos en esta ó la otra dirección mas conveniente; por último, y ya que se consiguió tener mayor número de martinetes procedentes de los talleres mismos de las obras, pudieron, gracias á la plataforma, hallar cabida á un mismo tiempo hasta cuatro de los grandes en el emplazamiento del estribo, además de los dos pequeños que en esta época trabajaban ya en la construcción de la ataguía. De los cuatro grandes martinetes, dos funcionaban encima de la plataforma y otros dos sobre el terreno, después de haber quitado este en parte, cuando ya estaban bastante introducidos los pilotes correspondientes y podían por lo tanto continuarse clavando desde el suelo.

Tanto en la construcción del puente provisional como después de clavar los pilotes de prueba hubo ocasión de observar la imposibilidad que habia de dirigir bien los del cimiento si desde luego se empezaban á clavar con el martinete de torno; tal era la facilidad con que al principio se introducían. En virtud, pues, de esta circunstancia, y siendo tan indispensable que los pilotes se dirijan según la resultante de las fuerzas superiores, á fin de que se hallen en el caso de resistir mejor el esfuerzo á que

se les somete, empezaban todos á clavarse con un martinete de mano, cuyo mazo pesaba solo 250, kilogramos 40 (5 quintales) y el cual seguía actuando sobre el pilote hasta que lo introducía de 2, ^m78 á 5,54 (10 á 12 pies), en cuyo estado lo tomaba ya el martinete de torno, sin abandonarle hasta su completa hincada.

Después de haber desecho la mitad posterior de la plataforma, dispusiéronse los trabajos de manera que cuando los martinetes que funcionaban sobre la parte que de ella restaba, terminaban su trabajo, lo estaba también el de los que actuaban desde el suelo mismo. Suspéndiase entonces la hincada de los pilotes para concluir de deshacer la ya inútil plataforma, al mismo tiempo que se escavaba la zona de terreno en que los pilotes estaban mas introducidos, llevando esta escavación hasta el nivel definitivo en que habia de quedar el pilotaje. Concluida esta escavación, hizo descender á ella por medio de planos inclinados dos martinetes dedicados ya exclusivamente á ir terminando la hincada de parte de los pilotes, mientras que con los otros dos se introducían los restantes hasta el nivel de la primera escavación. Dos razones obligaron á concluir de este modo los trabajos; primera, evitar en lo posible los gastos y retrasos considerables que ocasionan siempre los agotamientos, reducidos notablemente de esta manera á causa de la disminución de la superficie de que podían esperarse los manantiales y del alejamiento también de esta superficie, respecto del álveo del río; segunda, seguir proporcionando la mayor extensión á los trabajos, á fin de dar en ellos cabida á todos los martinetes y acelerar la conclusión de aquellos, conclusión mas urgente ahora, desde el momento en que empezaban ya á ser necesarios los gastos constantes de agotamientos.

La ataguía construida con arreglo al plano que de ella se presenta, y que estaba terminada antes de la época en que su existencia fuera indispensable, rellénose con tierra arcillosa de muy buena calidad, y tuvo un éxito feliz, pues resistió perfectamente á las dos notables crecidas que durante la construcción sobrevinieron y no dió lugar á ninguna filtración. Sin embargo, hicieron tan notables las filtraciones del fondo, y fueron tan numerosos y considerables los manantiales que aparecieron, que por mas que trataron de aislarse los principales, fueron siempre grandes los agotamientos necesarios, siendo por de contado continuo el trabajo que ocasionaban á las bombas que á ellos se destinaron y que daban como efecto útil la extracción de 1, ^{m.m.m.}46 (66 pies cúbicos por minuto).

Con los martinetes de torno son tantos los instantes perdidos en la lenta elevación del mazo, que así que empezaron los agotamientos trató de probarse si seria mas conveniente mover todos los martinetes á mano. En vez de los 4 hombres que en el primer caso se necesitaba para elevar el mazo, eran necesario 20 en el segundo; mas el efecto útil que estos 20 hombres producían en un tiempo dado, era mas de tres veces mayor que el que con el torno se conseguía. Si bien, pues, habia un exceso de coste en la hincada de cada pilote, producía

esta una economia tan notable de tiempo, que era preferible y mucho en último resultado, pues de ella nacia una economia real y verdadera para la obra en los gastos de agotamientos que, término medio, ocupaban diariamente 16 hombres, y que de esta manera debian solo durar una tercera parte del tiempo que de otro modo hubiera sido necesario. En vista de estos resultados tan satisfactorios no se dudó en adoptar este medio, que fue en efecto el que se siguió con muy buen éxito hasta la conclusion de los trabajos.

Lleváronse estos siempre con el mayor orden, apuntándose en la hoja particular, que para cada pilote habia, cuanto de notable ocurriera en su hinca, y estendiendo diariamente una detallada relacion de los resultados que iban obteniéndose, no solo en la construccion de las fundaciones y mas tarde del puente todo, sino tambien en cuantas obras y operaciones le eran anexas.

Asi que estuvo terminada la hinca de los pilotes, cortáronse las cabezas de estos perfectamente de nivel, aunque á tres alturas distintas, segun lo requeria la especie de emparrillado de que hemos hablado ya anteriormente. Antes de colocar este, limpióse cuanto fue posible el terreno, desembarazando los pilotes del barro que los rodeaba, y una vez colocados los traveseros, se rellenaron la especie de cajones que entre cada dos dejaban con piedra en seco perfectamente ripiada y apisonada, hasta enrasar con la cara superior de aquellos. Hecha esta operacion y despues de haber vuelto á nivelar la superficie que asi se habia obtenido, procedióse al entablado del cimientó y sobre él ya, al replanteo y asiento de la primera hilada del zócalo despues de haber picado antes la cara superior de los tablonés.

Cuando los trabajos del estribo izquierdo fueron estrechándose y no podian tener en ellos cabida todos los martinets, empezáronse de igual manera los del estribo derecho, cuyo sistema de cimientos hubo de variarse luego conforme indicamos ya y segun mas adelante veremos.

Al mismo tiempo que las fundaciones del estribo izquierdo del puente, construianse cerca de él balsas para decantar la arcilla, un horno de calcinacion continua, una máquina para moler puzolana, otra para amasar mortero y otra para ensayar la resistencia de los materiales. Las muchas atenciones que sobre el ingeniero recayeron luego paralizaron la construccion de este último aparato, imposibilitando asi el uso que de él pensaba hacerse. Todos los demas, en cuya descripcion no queremos detenernos por no alargar demasiado este escrito, funcionaron á su tiempo y dieron los resultados que de ellos se esperaban.

En la necesidad de emplear mezcla hidráulica en la construccion de los machones del puente, y no teniendo cales de que disponer, porque la localidad no las proporcionaba sino grasas, hubo que optar entre la fabricacion de la cal hidráulica artificial ó la de la puzolana. Eligióse la de esta última sustancia como mas fácil de obtener en la localidad, y principalmente porque siendo necesario tener grandes depósitos de ella, para poder sacar

fuera del agua la fábrica de los estribos con la mayor celeridad, no era conveniente esponerse, como podia muy bien haber sucedido con la cal hidráulica artificial, ó que al ir á emplearla tuviese ya parte de sus propiedades perdidas.

La puzolana empleada en el puente del Júcar se obtenia por la simple coccion de la arcilla. La falta de medios en la localidad y la carencia de recursos para proporcionarlos fueron causa de que los datos que acerca de un asunto tan importante como este se pudieran recoger no sean tan completos como era de desear. Contentándonos, pues, con los que existen, trataremos aqui de dar á conocer sucintamente á nuestros lectores los principales de entre ellos al hablar de la fabricacion de la puzolana.

La arcilla estraida de la orilla derecha del rio se lavaba por decantacion primeramente, aun cuando á decir verdad suministrábala ya el terreno bastante pura; de la parte que del lavado se obtenia se hacian pequeñas bolas, que, una vez secas, introducianse en el horno para ser, despues de cocidas, perfectamente pulverizadas y tamizadas antes de emplearse en la fabricacion del mortero. Ademas de ensayar al principio repetidas veces el grado de coccion mas conveniente, tratóse de ver si en igualdad de circunstancias la puzolana obtenida era mejor cociendo la arcilla mezclada con diferentes proporciones de cal, mas el resultado no correspondió á las esperanzas que se concibieron y abandonóse por lo tanto la mezcla, asi como al cabo de cierto tiempo y viendo lo limpia que la arcilla se estraia y la ninguna influencia que por lo tanto ejercia su lavado en la clase de puzolana obtenida, suprimiósse la decantacion tambien y amasábase la arcilla para la fabricacion de las bolas tal como la localidad la suministraba.

Una vez obtenida la puzolana se hicieron multitud de ensayos para determinar las proporciones mas convenientes del mortero que habia de emplearse. Atendido el sistema de cimientos adoptado, no era necesario que la mezcla fraguase inmediatamente: bastaba solo que sumergida en el agua fuese paulatinamente adquiriendo la consistencia necesaria, puesto que iba á emplearse en la confeccion de mamposterias y asiento de silleria, cuya mano de obra no podia ejecutarse sin que los agotamientos continuaran. Era, pues, inútil aumentar las proporciones de puzolana, y por lo tanto el costo del mortero para obtener solo un fraguado instantáneo de la mezcla. El mortero empleado y que ha producido muy buenos resultados tenia las proporciones siguientes:

Puzolana	27,28
Cal	56,56
Arena.	56,56
	100,00

A la media hora de introducir esta mezcla en el agua al estado de pasta blanda, se encuentra bastante dificultad para hacer en ella mella alguna apretándola con el dedo, y al cabo de quince dias de immersion adquiere una dureza tal que solo deja

rayarse con la navaja. Pasada esta época sigue endureciéndose aun algun tanto, y á los dos, tres y cuatro meses que hemos tenido ocasion de reconocerla, apenas admitia ya la prueba que acabamos de mencionar.

El coste de esta puzolana era bastante bajo, atendida su buena calidad, pues empleando el presidio en la corta de la leña que servia de combustible para la coccion, costaba cada metro cúbico al salir del horno 65 rs., siendo su precio, despues de estar molida y perfectamente tamizada, 144,7 rs. La mezcla con ella obtenida resultaba á 67,8 reales cada metro cúbico. A pesar de esto, como el valor de la puzolana era bastante subido, relativamente al de la cal y la arena, no se empleó en ninguno de los dos estribos la mezcla hidráulica sino hasta llegar al nivel de las avenidas ordinarias, reservándola luego únicamente para el retundido de las juntas de la silleria.

Bajo las mismas bases que las fundaciones que acabamos de describir se empezaron las del estribo derecho, clavándose en ellas hasta 59 pilotes que se introducian con sumo trabajo al llegar á cierta profundidad, y que en gran parte se rompian á pesar de la fuerte argolla que tenian todos durante la hinca, antes que pasar de cierto punto, poco mas bajo que el fondo del rio.

Esta circunstancia tan contradictoria respecto de los resultados obtenidos en el estribo izquierdo no estaba tampoco en armonia con los que habian suministrado las pruebas verificadas á su tiempo. Estas pruebas, no obstante, ya hemos tenido ocasion de decirlo, no fueron demasiado detenidas porque llevadas á cabo despues de las muy minuciosas practicadas en el otro estribo y con el precedente ya que la construccion del puente provisional habia dejado, de que el terreno de la margen derecha era, si cabia, mas flojo aun que el de la izquierda, pareció innecesario el hacer escavaciones y redujéronse solo á clavar simplemente 10 pilotes en diferentes puntos del emplazamiento, pilotes que, introduciéndose con suma facilidad 5^m57 ó 6^m68 (20 ó 24 pies) que eran próximamente los que mediaban desde la superficie del suelo al fondo del rio, creíase ya inútil continuar clavándoles. Durante la hinca de los 59 pilotes que hemos mencionado, adelantóse mucho la construccion de la ataguia que vino tambien á probar la grande resistencia que ofrecia el fondo; así es que, suspendiéndose por entonces el pilotage se comenzó á hacer un gran corte que diera á conocer completamente la naturaleza del terreno. Hasta el nivel del fondo del rio se encontró la margen derecha formada, como la izquierda de un légamo arenoso y ligeramente arcilloso; seguia despues una ligera capa de arcilla bastante pura que descansaba sobre una muy poderosa de guijo y arena sumamente gruesa. Empezaba esta última capa á dos pies bajo el fondo del rio y no fue posible alcanzar el limite de su espesor á pesar de haber continuado la escavacion y de haber introducido luego en diferentes puntos una tintera ó barrena de 14 pies, que encontraba por cierto una enorme resistencia, cualquiera que fuese la profundidad á que lograra in-

troducirse, estrayendo siempre la misma clase de terreno. En vista de estos resultados, confirmados por multitud de ensayos, hubo necesidad de variar el sistema de cimientos adoptado y elegir otro á propósito para la clase de terreno sobre que iba á sustentarse la obra.

La eleccion nada tenia de dudosa: desde el momento en que se adquiriera el convencimiento intimo de la especie del suelo sobre que iba á cimentarse, no quedaba mas que estudiar la manera mas conveniente de rodear el emplazamiento de las fundaciones de un fuerte recinto que hiciera perder al terreno su natural movilidad. Con esto se estaba seguro ya de su resistencia, cualquiera que fuese luego la carga que tuviera que sufrir. La construccion de este recinto era algun tanto difícil á causa de que la gran cantidad de guijo que el terreno contenia hacia sumamente costosa, sino imposible, la introduccion de pilotes y tablestacas.

Emprendióse lo primero la escavacion toda del emplazamiento del estribo, porque así era indispensable hacerlo, y bien pronto surgieron de aqui nuevas dificultades, nacidas tambien de la naturaleza del terreno. La ataguia que, como hemos ya indicado, habia sido de difícil ejecucion por la resistencia que oponia el terreno á la introduccion de los pilotes y tablestacas que formaban sus paredes de recinto, vióse muy pronto en el aire; puede decirse, pues, que al llegar la escavacion al terreno firme del fondo quedaba introducida muy poca parte de los pilotes que sostenian aquellas. La presion que el agua del rio ejercia sobre esta obra no estaba ya contrarrestada, y fue preciso apearla convenientemente. Consiguióse, si, mantenerla derecha y evitar así la inundacion del emplazamiento, pero no pudieron evitarse las abundantísimas filtraciones de fondo que á traves de la capa permeable de arena y guijo pasaban por debajo de la ataguia. Los agotamientos fueron, pues, mas costosos en las fundaciones de este estribo, que hubieron por lo mismo de concluirse con la mayor actividad.

Llegados á 4 pies bajo el fondo del rio, y despues de haber adquirido nuevas pruebas de la resistencia del terreno, decidióse cimentar á este nivel el estribo; se niveló perfectamente el piso de la escavacion y al momento emprendióse con la mayor actividad la mamposteria de cimientos, al mismo tiempo que la construccion del recinto de que antes se ha hecho mencion, y del que volveremos á ocuparnos pronto.

Podrá creerse acaso á primera vista que estas fundaciones debieran haberse construido de hormigon y no de mamposteria; mas nosotros, sin embargo, en vista de los datos con que contamos no somos de esa opinion; aplaudimos por el contrario la determinacion de hacer descansar la obra sobre mamposteria de enormes bloques perfectamente ripiada y apisonada, y construida por supuesto con mezcla hidráulica. Las razones en que fundamos nuestro parecer son las siguientes:

Habiendo tenido necesidad de los desagües hasta conseguir llegar con la escavacion á la altura que se deseaba, y consiguiendo por medio de los agotamientos mantener en seco el emplazamiento de las

fundaciones, no había ningún obstáculo que impidiese la ejecución de las mamposterías; teniendo por otra parte los enormes bloques de fuerte roca pudinga que forma todas las mamposterías del puente del Júcar; estando, por decirlo así, consolidadas por la naturaleza esas considerables masas de hormigón natural, ¿por qué renunciar á ellas, y esperar la consolidación artificial de otras que las reemplazasen? Será porque estas no se endurecerían parcialmente, sino toda la masa general á la vez, presentando así mas homogeneidad que la mampostería? No creemos que pueda racionalmente sostenerse esta opinión, porque una obra de mampostería con buena mezcla puede hacerse tan homogénea y tan compacta como se quiera, con un trabajo mas ó menos esmerado. Además, de haberse construido esos cimientos de hormigón necesitábase una mezcla mas enérgica, esto es, que fraguase mas pronto que la que se tenía disponible y habíase adoptado como buena para las mamposterías y asientos de sillería; el recinto de pilotes y tablestacas dentro del que quería encerrarse el terreno que iba á sustentar la obra debería también haber contenido el hormigón, y hacíase así mucho mas difícil y hasta imposible quizá su construcción, puesto que era necesario aumentar la longitud de todas las piezas que lo formaban, y hasta dificultad había en clavarlas cortas, tal como se adoptaron, sin venir á hacerla mayor luego con ese inútil aumento en el largo de las maderas. Era preciso también, si los cimientos se hubiesen hecho de hormigón, que el recinto hubiera estado concluido antes de empezar á estender aquel, mientras que haciéndolos de mampostería han podido llevarse á cabo simultáneamente los dos trabajos, ahorrando así un tiempo precioso siempre en esta clase de obras.

A pesar de las dificultades que el terreno ofrecía á la hinca de los pilotes y tablestacas del recinto, consiguióse introducir unos y otros de 2,^m23 á 2,^m78 (3 á 10 pies) bajo el nivel de la excavación. Siguiendo el contorno del cimiento abrióse para esto en el terreno una zanja de 0,^m84 (3 pies) de profundidad, dentro de la cual se clavó primero una fila de pilotes de madera enteriza no muy gruesa, y de 2,^m78 á 5,^m34 (10 á 12 pies) de longitud, provistos de fuertes azúches de hierro forjado. A fuerza de trabajo se consiguió introducirlos de 1,^m70 á 2,^m20 (6 á 8 pies) bajo el fondo de la zanja, y se unieron en seguida unos con otros por medio de una fila de riostras colocadas á la altura del espresado fondo. Esta fila de pilotes en que la separación respectiva de cada dos piezas es de 1,^m70 (6 pies) de centro á centro era exterior, respecto del cimiento, á la de tablestacas, y servía para contener el empuje que el terreno podía ejercer sobre ellas. Colocadas luego las tablestacas, formando bastidores, pudieron también clavarle introduciéndolas 1,^m40 (3 pies) bajo el suelo de la zanja, gracias á la poca longitud dada de intento á los tablones 2,^m5 (9 pies) y al esmero que se tenía en apuntarlos, reemplazando además, provistos de fuertes azúches, algunos que había que estracar, bien por haberse roto ó por no ser posible hacerlos pasar de cierto punto.

Una vez terminada la hinca de las tablestacas, se relleno la zanja anteriormente abierta apisonándola con esmero, y se consiguió por este medio tener introducidos aquellos 2,^m25 (8 pies) bajo el piso de la excavación de cimientos y 2,^m78 (10 pies) los pilotes, profundidad que de ningún modo se hubiera podido alcanzar no recurriendo á este medio.

Subida la mampostería de cimientos hasta el nivel del asiento del zócalo en el estribo izquierdo, procedióse en el derecho al replanteo y colocación de sillería, teniendo cuidado siempre de arreglar el grueso de las juntas en cada hilada de manera que quedase perfectamente de nivel con la correspondiente en el otro estribo.

Los muros de sostenimiento de los terraplenes de las avenidas del puente se fueron levantando á medida que subían los estribos, así como el terraplen entre ellos contenido, en el cual se formaron las rampas de subida de los materiales de toda la obra, rampas que, revestidas de madera en los puntos que lo necesitaban y auxiliadas por un torno colocado sobre cada uno de los dos machones, hicieron perfectamente el servicio todo de la obra.

Habiéndonos detenido mas de lo que pensábamos en detallar la construcción de las fundaciones del puente, que son sin duda su parte mas esencial, no creemos necesario ocuparnos mas de esta obra, cuyo esmero de ejecución tanto en el asiento de sillería como en la construcción de las mamposterías no puede ya ser mayor. Pasaremos, pues, á ocuparnos de los demás trabajos que en la carretera de las Cabrillas se han hecho desde el año 49 al 52.

En nuestro primer artículo hicimos ver las circunstancias que motivaron en la época que va á ocuparnos la variación del sistema hasta entonces seguido en la ejecución de todas las obras de la línea, y posteriormente en el segundo tuvimos también necesidad de recordar estas circunstancias. Ahora, pues, diremos solo, que obligados los dos ingenieros que había al frente de las obras á dar el máximo posible de longitud de camino concluido con el mínimo de gastos, tuvieron necesidad de variar algun tanto el trazado para hacerlo mas económico, rebajando principalmente todas las rasantas que sin graves compromisos posteriores lo permitían, modificando muchas de las obras de fábrica, reemplazando otras por badenes, y variando por fin completamente el sistema de afirmado. Con esto se obtuvieron, sí, grandes economías, y las obras, no obstante, son muy aceptables, porque están todas construidas con el mayor esmero; mas sin embargo y á pesar de estos ahorros del momento, no creemos ni con mucho que la parte de la carretera así construida, sea preferible á la que dejamos descrita; no creemos que el paso de una vega sujeta á inundaciones se verifique con las mismas ventajas que por medio de un puente, arreglado á sus necesidades, por el de una alcantarilla destinada solo á servir las avenidas ordinarias y coronada por un baden con muro de caída, que sirva las extraordinarias; no creemos que un puente de madera sea nunca comparable con otro de fábrica, y

mucho mas en nuestro pais, y mucho mas en una linea en que existen las obras que acabamos de describir; no creemos que un baden sea preferible á una tagea ú otra clase de obra de fábrica; no creemos, en fin, que un firme de 0,^m 524 (14 pulgadas) deba reemplazar entre nosotros á otros de 0,^m 570 (16), interin no consigamos que nuestros gobernantes comprendan que, asi como nada hay eterno en el mundo, no lo es tampoco la duracion de las obras públicas, que exigen por el contrario, si no han de morir á poco de haber nacido, que se atienda incesantemente á su conservacion desde el momento en que acaban de construirse.

Tal es nuestra opinion. y sin embargo no podemos menos de consignar en este lugar, que en la carretera de las Cabrillas se ha hecho, en la época que nos ocupa, cuanto ha sido posible hacer. Obligados á introducir economias de alguna consideracion en unas obras que estaban perfectamente estudiadas, y solo las admitian por tanto, á costa de su bondad, preciso es confesar que no han podido ser mas atinadas las modificaciones que se han introducido. No se ha pensado ni remotamente en forzar las pendientes en ningun caso, de modo que escudiesen del 5 por 100; no se ha pensado tampoco en obtener mezquinos ahorros nacidos de la mala calidad de las materias, de la descuidada ejecucion de esta ó la otra obra. Se ha atendido solo á estudiar detenidamente las circunstancias locales y ver el partido que de ellas podia sacarse.

En las leguas que restaban por ejecutar en la carretera cuando los apuros del erario obligaron á adoptar este sistema de economias, habia que salvar varias veces cuya habilitacion era ya urgente, porque el tránsito empezaba á establecerse por esta linea, abandonando la de Albacete. Todas estas cañadas exigian obras de fábrica de alguna importancia, y mas que todo grandes terraplenes, que era preciso disminuir si se queria obtener alguna rebaja atendible en los gastos de establecimiento de la linea y en el tiempo que su construccion debiera durar. La piedra para el firme tenia un subido precio en la mayor parte de la estension de la linea que restaba por hacer, y esta circunstancia con el machaqueo á martillo de la última capa del antiguo afirmado era lo que mas hacia subir el coste del firme, que entraba por mucho en el del metro de camino concluido. De aquí, pues, nacieron las alcantarillas badenes de que antes hemos hablado, y el firme de 0,^m 524 (14 pulgadas) compuesto solo de dos capas machacadas ambas en la caja y á tajó abierto, de manera que las piedras en la primera no escudiesen de 0,069 (5 pulgadas) en su mayor dimension y de 0,^m 055 á 0,^m 046 ($1\frac{1}{2}$ á 2) en la segunda, no cubriendo ya los paseos sino con el recebo.

Esta clase de afirmado nos parece suficiente estendiendo la segunda capa por los paseos tambien, si ha de haber conservacion, y conservacion permanente. El esmerado machaqueo á martillo fuera de la caja lo conceptuamos indispensable para una buena conservacion, pero no para el primer establecimiento del firme en que el machaqueo en la

caja, siendo algun tanto detenido, es muy suficiente y contribuye ademas muchísimo á la pronta consolidacion del firme por la especie de rípiado que se ejecuta con las macetas, durante el machaqueo todo, pero principalmente al dar el último repaso despues de refinado el bombeo.

No se crea por lo que hemos dicho que todas las obras de fábrica fueron totalmente variadas. Algunas hay que no pudieron tocarse en lo mas mínimo, y otras, cuyas variaciones estudiadas siempre, no cambiaban en la esencia el primitivo proyecto. Las alcantarillas badenes, de que acabamos de hacer mencion y que han surtido por cierto muy buen efecto; varias tageas y alcantarillas sustituidas por badenes, algunos pontones de un solo claro reemplazados por otros de varias luces aunque pequeñas, y el puente sobre el rio Gritos en las cercanias de Valverde del Júcar, han sido las obras principalmente variadas. Este último puente, todo él de madera, se ha construido con este material porque, fundado sobre un terreno sumamente flojo, hubieran necesitado sus apoyos cimientos de pilotaje, y esta clase de obras reúnen al inconveniente de exigir siempre gastos considerables, otro no menos grave para las circunstancias que se atravesaban, cuales es el gran intervalo de tiempo que para su conclusion se necesita. Con el proyecto adoptado se dió concluido en poco mas de dos meses y por la corta suma de 50.000 rs., un puente de tres claros de 6,^m 96 (25 pies) cada uno y que á un aspecto sumamente agradable reúne toda la resistencia apetecible. Sostienen el piso del puente en cada claro cuatro cuchillos formados de cerchas curvas que se apoyan á su vez sobre pilas y estribos de madera tambien. Las cerchas estan constituidas por tres órdenes de piezas de plantilla que se unen unas á otras en cada orden por medio de bridas de hierro, y que colocadas á juntas encontradas llevan en cada union de dos piezas del orden central un cincho de hierro que abraza la cercha toda, y que está sustituido en las juntas de los órdenes estremos por manguetas de madera que, en los cuchillos de paramento, suben á formar los montantes de la barandilla, despues de haber abrazado tambien los largueros del piso.

Las pilas del puente estan formadas por una sola fila de pilotes convenientemente arriostrados, y los estribos de una planta trapezoidal á fin de unir los 7,^m 24 (26 pies) que tiene el puente de ancho entre barandillas con los 10,^m 05 (56) del camino, los forman cuatro filas de pilotes unidos tambien por rios tras y cuyos paramentos exteriores en vez de revestirlos de tablas para el mantenimiento de las tierras del terraplen, se han revestido con muros de piedra en seco revocados con cal.

Este puente, el de Minglanilla, formado de un solo claro semi-elíptico, el de la Graja, análogo al de la calle de Caballeros que describimos en nuestro artículo anterior, y el de la rambla de la Motilla, de iguales formas que el de Minglanilla, son las únicas obras de fábrica mas notables construidas en los 45 kilómetros (8 leguas) de carretera que en la época que atravesamos se consiguió entregar á la pública circulacion. De estos 45 kilómetros solo 17

(5 leguas) son los que el Banco de Fomento dejó principiados al rescindir su contrata; los demas se han empezado y concluido desde fines del año 49 hasta igual fecha del 51.

En el año 52 hemos dicho ya que se trabajó muy poco en la linea, cuyas obras estuvieron paradas algunos meses, hasta que los contratistas de los trozos comprendidos entre Cervera y Saelices comenzaron sus trabajos; mas en el día, en que la visita del digno Sr. Hezeta, de la que nos ocupamos ya en nuestro primer artículo, ha empezado á dar los buenos resultados que eran de esperar, se trabaja en toda la estension de la parte de la linea que falta concluir y se tienen á punto de terminar los trozos 7.º y 15º que construye la administracion.

De las dos contratas que trabajan ademas en la linea, á la una, ocupada en la terminacion de los trozos 8, 9 y 10, le faltan 15 kilómetros (2,7 leguas) con algunas obras de fábrica que tienen obligacion de dar concluidas para febrero del año próximo; y á la otra, que es la que trabaja entre Cervera y Saelices, réstala solo unos 1670 metros (2000 varas) de esplanacion y el machaqueo de 25 kilómetros (4 leguas) de afirmado, debiendo dar terminadas todas sus obras para fines del presente año lo mas tarde.

Todo esto se ha construido y construye bajo bases análogas á las que rigieran en la última época que acabamos de examinar, si bien en las obras de fábrica no fue posible, al reformar el proyecto para las subastas, introducir economias tan considerables como las que acaban de ocuparnos: asi es que la administracion concluye en este momento un ponton de fábrica de 8,º 56 (30 pies) de luz y rebajado al 5.º sobre el arroyo de Buenache, la contrata de Cervera á Saelices tiene á los arranques sus notables puentes sobre el Zangara y el Gigüella; este último, formado de un arco grande central y dos laterales mas pequeños, es uno de los de mas gusto de toda la linea; tienen ademas en el mismo estado los varios pontones de alguna importancia que se cuentan en su linea, con todas las alcantarillas y tajeas concluidas. La contrata de la parte de la Motilla tiene tambien en construccion el puente de este nombre de 12,º 5 (45 pies) de luz, asi como el de la Olmedilla que no deja tampoco de ser de alguna consideracion.

La descripcion de todas estas obras, dignas por cierto de figurar al lado de las demas que se ven en la carretera, nos entretendrian demasiado sin ventaja alguna para nuestros lectores, que conocen bastante la clase de obras de fábrica con que la linea cuenta, para que creamos necesario insistir mas sobre el particular.

Para concluir, pues, nuestro trabajo, daremos una ligera idea de la parte de carretera comprendida entre Madrid y Saelices. Continuada esta linea bajo la no muy buena influencia que el afán de obtener grandes resultados en poco tiempo ejerce, siempre sobre todas las cosas, y muy particularmente sobre las obras públicas que tienen marcado un limite prudente de coste y de duracion, limite que jamás debiera escenderse, resiéntese,

sin duda, de precipitacion, tanto en su trazado como en sus obras de fábrica. Solo así creemos pueda esplicarse que la muy bien entendida bajada de Belinchon se vea entre la cuesta de Perales y la bajada de Saelices; que al lado de muy buenas porciones de trazado, y de trazado económico, se vean otras que de ningun modo corresponden con las primeras.

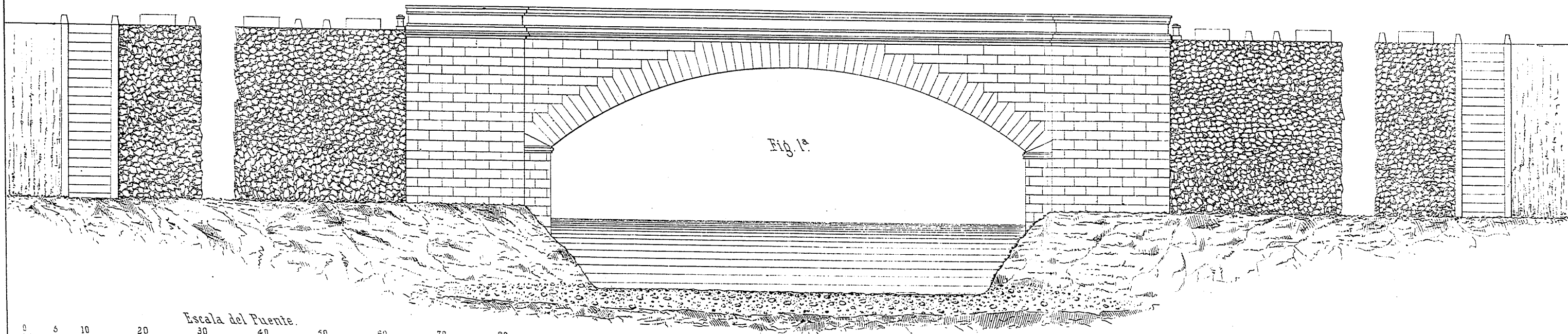
Las obras de fábrica, entre las que se encuentran varias de bastante gusto, carecen tambien en parte de un estudio detenido, y la verdadera economia está en muchas de ellas olvidada por completo: asi se nota en algunas como en el ponton sobre el rio Riánsares, por ejemplo, construido todo el de silleria, que sin atender al subido precio de este material en la localidad, se ha ocasionado un gasto completamente inútil para una obra que solo tiene 5,º 5 (20 pies) de claro.

El puente mas notable de todos los de esta seccion, aparte de los dos colgados que hay sobre el Tajo y el Jarama, es el de Perales, formado por un arco de silleria rebajado y de 17,º 14 (40 pies) de luz. De los dos puentes colgados que acabamos de mencionar, construidos por la empresa de Mr. Seguin, tristemente célebre entre nosotros, nada queremos decir. Son muy dignos de figurar al lado de los demas que la misma empresa construyó en la época en que supo monopolizar entre nosotros esta clase de construcciones, y lo único que deseáramos es que no hubiera tocado tan gran parte de este monopolio á la carretera de las Cabrillas. Nos consta que el ingeniero inspector de estas obras, señor Aguirre Zubillaga, hizo cuantos esfuerzos estuvieron de su parte por conseguir el mejor cumplimiento de la contrata, y esto es siempre bueno que se haga público de alguna manera, porque algun día, quizá no muy lejano, sea útil saberlo. Entre tanto no podemos menos de congratularnos de que la accion de tan notable empresa se redujera á salvar el Jarama y el Tajo sin llegar al Júcar y al Cabriel, en donde por fortuna es desconocido hasta su nombre.

Tal es la carretera de las Cabrillas, que muy pronto veremos terminada, y tales las obras que en ella se encuentran. Para concluir nuestro trabajo, y por si nuestra insuficiencia al llevarlo á cabo es causa de que haya aun quien tache de apasionado el final de nuestro primer artículo, no podemos resistir al deseo de copiar aqui lo que en un concienzudo escrito acerca de nuestras obras públicas dice M. Ch. Vogel en el núm. 144 del *Journal des Economistes*, correspondiente al mes de abril último. Dice así el párrafo á que aludimos:

«Entre los trabajos ya ejecutados, uno de los mas útiles, y el mas notable bajo el doble aspecto de la perfeccion técnica y del mérito de la dificultad vencida, ha sido la construccion de la nueva calzada que conduce de Madrid á Valencia por las Cabrillas. Este camino, tan atrevido como pintoresco, se eleva en las montañas próximas á Cuenca cerca de 1000 metros sobre el nivel del mar. Debe estar ya casi terminado, y puede arrostrar sin temor la comparacion con los mas bellos caminos de los Alpes.» = Julio 1855.

CARRETERA GENERAL DE MADRID Á VALENCIA POR LAS CARRILLAS.
PUENTE SOBRE EL RIO JÚCAR.



Escala del Puente.

0 5 10 20 30 40 50 60 70 80 pies.

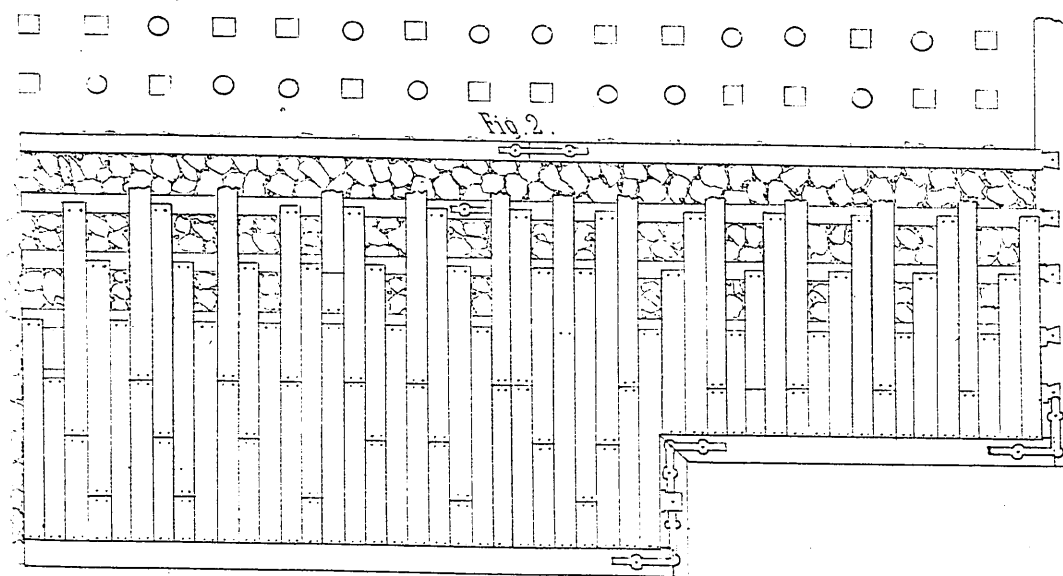
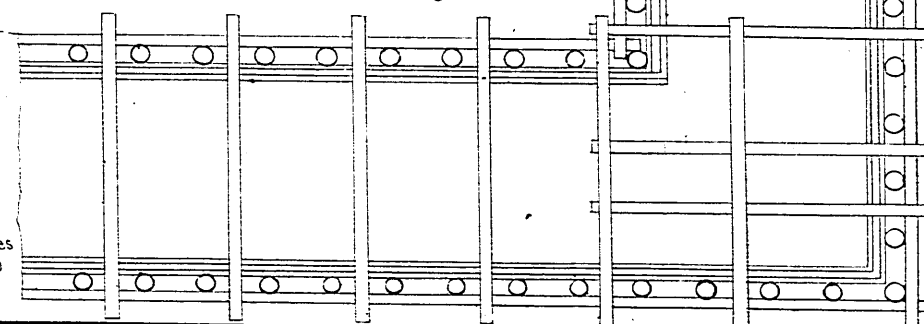


Fig. 3.



Escala para las figs 2, 3 y 4.

0 5 10 20 30 pies.

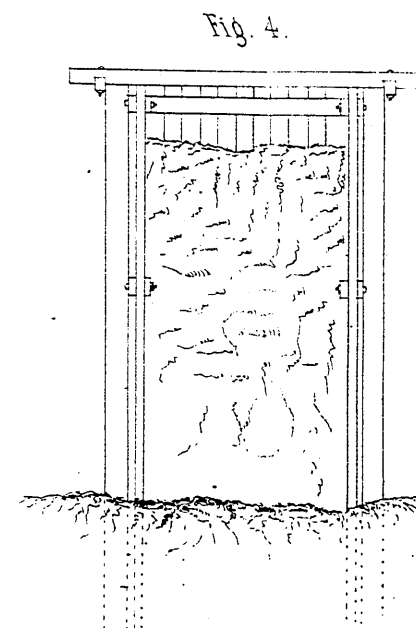


Fig. 5.

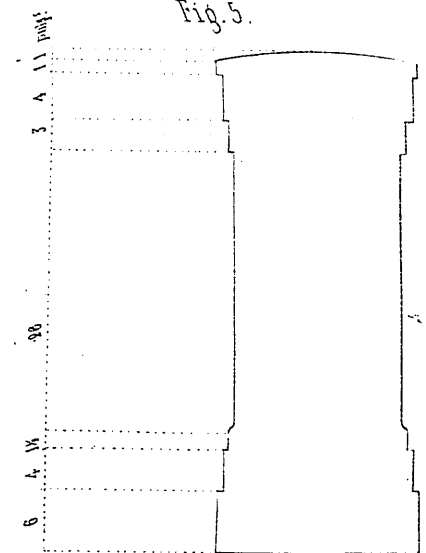
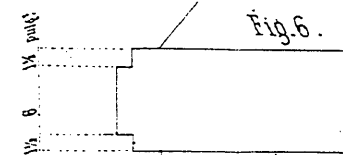


Fig. 6.



Escala para las figs 5, 6 y 7.

0 0.5 1 2 3 4 5 pies.

Fig. 7.

